

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области сельского хозяйства

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра  
сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

С. А. Федченко

30 июля 2024 г.

Регистрационный № МРР.РД. 5-24/пр.



**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**

Примерная учебная программа  
по учебной дисциплине для специальности  
6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию  
в области сельского хозяйства

В. В. Великанов

3 июля 2024 г.



**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного  
управления образования, науки и  
кадровой политики Министерства  
сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

В. А. Самсонович

30 июля 2024 г.

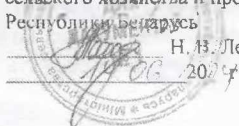


**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
растелеводства Министерства  
сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

Н. В. Лешик

30 июля 2024 г.



**СОСТАВИТЕЛИ:**

Н. А. Дуктова, доцент кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

А. И. Мыхлык, доцент кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

С. А. Тарасенко, доцент кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

кафедра естествознания учреждения образования «Могилевский государственный университет им. А. А. Кулешова» (протокол № 9 от 04.01.2024 г.);

Э. П. Урбан, первый заместитель генерального директора РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» по научной работе, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

кафедрой ботаники и физиологии растений учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 5 от 26.01.2024 г.);

методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 6 от 23.02.2024 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 7 от 27.03.2024 г.);

научно-методическим советом по агрономическим специальностям Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № 9 от 20.05.2024 г.).

Ответственный за редакцию: Т. И. Скикевич

Ответственный за выпуск: А. И. Мыхлык

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Физиология и биохимия растений» является одной из фундаментальных дисциплин общебиологической подготовки специалистов в области агрономии. Физиология растений – наука, изучающая процессы жизнедеятельности и функции растительного организма на всем протяжении его онтогенеза при всех возможных условиях внешней среды; наука об организации, управлении и интеграции функциональных систем в растительном организме; наука о функциональной активности растительных организмов. Биохимия изучает химический состав растений, а также превращения веществ и энергии, лежащие в основе процессов жизнедеятельности. Физиология и биохимия составляют теоретическую основу агрономических наук – земледелия, растениеводства, плодоводства, овощеводства, агрохимии, защиты растений, селекции и семеноводства, хранения и переработки продукции растениеводства, а также биотехнологии и экологии.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций по управлению обменом веществ сельскохозяйственных растений путем активного вмешательства в деятельность функциональных систем, определяющих рост и развитие растений, их продуктивность и качество урожая.

Задачами учебной дисциплины являются:

- раскрытие сущности процессов жизнедеятельности растительного организма в онтогенезе в различных условиях среды;
- получение навыков диагностики физиологического состояния растений;
- освоение методов количественного и качественного анализа растений и продукции растениеводства;
- формирование целостного представления о физиолого-биохимических процессах, происходящих в растениях.

Изучая основные закономерности жизнедеятельности растений, раскрывая зависимость функций растений от условий внешней среды, физиология растений является фундаментальной основой всех агрономических наук, создает теоретическую основу агротехнических систем, направленных на повышение урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур. Физиология и биохимия растений является теоретической основой агрономических наук – растениеводства, плодоводства, овощеводства, агрохимии, защиты растений, селекции, хранения и переработки продукции растениеводства, биотехнологии и экологии.

Учебная дисциплина «Физиология и биохимия растений» включена в модуль государственного компонента «Биологический», осваиваемый студентами, обучающимися по специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения».

Учебная дисциплина «Физиология и биохимия растений» тесно связана с такими учебными дисциплинами, как «Ботаника», «Химия», «Сельскохозяйственная микробиология», «Генетика».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить базовую профессиональную компетенцию: применять в практической деятельности знания о биологическом разнообразии видов, их структурно-функциональной и молекулярно-генетической организации, биологических особенностях и физиологических механизмах формирования урожайности сельскохозяйственных растений.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен **знать**:

- общие закономерности жизнедеятельности растений и их зависимость от условий среды;

- химический состав растений, свойства и обмен основных химических компонентов клеток, физиологически активных веществ, их биологическую и энергетическую ценность;

- особенности энергетического и пластического обмена в растениях, сущность процессов фотосинтеза и дыхания, а также пути их регулирования;

- закономерности водного режима и почвенного (минерального) питания растений, физиологическую роль и обмен воды и минеральных веществ в зависимости от экологических факторов;

- сущность процессов роста и развития растений, их зависимость от внутренних и внешних факторов, пути управления онтогенезом и его регулирование;

- механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды;

**уметь**:

- объяснять и прогнозировать ход физиолого-биохимических процессов в зависимости от условий среды;

- управлять процессами жизнедеятельности растений с целью повышения урожайности и улучшения качества продукции растениеводства;

- определять жизнеспособность растительных тканей при воздействии на них различных факторов;

- оценивать экологическую безопасность продукции растениеводства;

**владеть**:

- навыками физиолого-биохимических исследований;

- приемами управления ростом и развитием растений для повышения урожайности и качества продукции растениеводства.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной и общественной жизни страны.

Примерным учебным планом на изучение учебной дисциплины «Физиология и биохимия растений» по специальности 6-05-0811-01

Примерным учебным планом на изучение учебной дисциплины «Физиология и биохимия растений» по специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения» отводится 216 часов, из них 144 часа составляют аудиторные. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 72 часа, лабораторные занятия – 72 часа. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен.

## 2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название тем	Всего аудиторных	в том числе	
			лекции	лабораторные занятия
	Введение	2	2	
1.	Физиология и биохимия растительной клетки	36	16	20
2.	Фотосинтез	16	8	8
3.	Дыхание растений	14	6	8
4.	Обмен и транспорт органических веществ в растениях	8	4	4
5.	Водный обмен растений	16	8	8
6.	Минеральное питание растений	16	8	8
7.	Рост и развитие растений	26	14	12
8.	Приспособление и устойчивость растений	10	6	4
	<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

#### Введение

Предмет и задачи физиологии и биохимии растений. Связь физиологии и биохимии растений с другими биологическими и сельскохозяйственными науками, роль в становлении и развитии новых научных направлений — молекулярной биологии, энзимологии, генетической инженерии, биотехнологии. Этапы развития физиологии и биохимии растений, важнейшие научные открытия ученых в XVIII–XXI вв. Основные направления современной физиологии и биохимии растений. Применение достижений физиологии и биохимии растений в сельском хозяйстве, промышленности и других отраслях. Методы и уровни исследований физиологии и биохимии растений.

#### 1. Физиология и биохимия растительной клетки

Основные принципы жизнедеятельности растительной клетки. Отличия растительной и животной клетки. Особенности растительной клетки. Понятие о метаболизме клетки. Строение, состав и функции структурных компонентов и органоидов клетки. Принципы организации протопласта. Химический состав растительной клетки. Вакуоль, состав, свойства, функции. Свойства и функции моно-, олиго- и полисахаридов. Клеточная стенка: функции, особенности строения. Взаимосвязь клеток в растительных тканях, апопласт и симпласт.

Структура, свойства и функции белков. Аминокислотный и фракционный состав белков, биологическая питательная ценность белков.

Цитоплазма: функции, свойства, строение. Цитоплазма как белково-липидный коацерват. Состав, свойства и функции жиров и липоидов — фосфолипидов, гликолипидов, восков и стероидов. Структура, свойства и функции мембран. Белки и липиды цитоплазматической мембраны. Движение молекул в мембране. Проницаемость мембран, механизмы пассивного и активного транспорта веществ через мембраны. Ионные насосы, мембранный. Нуклеиновые кислоты, их виды и функции.

Ферменты, их химическая природа, свойства, биологическая роль. Строение ферментов, одно- и двухкомпонентные ферменты, активные и аллостерические центры, коферменты. Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций, влияние температуры, кислотности среды, активаторов и ингибиторов на скорость ферментативных реакций. Локализация ферментов, регуляция их активности в клетке. Изоферменты, их роль. Классификация и номенклатура ферментов, характеристика классов. Использование ферментов в сельском хозяйстве, промышленности, медицине, науке и техники.

Макроэргические соединения, их роль в обмене веществ клетки. АТФ и пути её образования в клетке. Витамины, их классификация, свойства и биологическая роль. Вещества вторичного происхождения, их

классификация и роль. Раздражимость и реакция клетки на повреждающие воздействия. Системы регулирования физиологических процессов в клетке.

## 2. Фотосинтез

Фотосинтез как основа продукционного процесса растений и энергетики биосферы. Физико-химическая сущность фотосинтеза и основные этапы его изучения. Лист как орган фотосинтеза, особенности строения листа  $C_3$ - и  $C_4$ -растений. Фотосинтетически активная радиация, радиационный баланс листа. Хлоропласты, их строение, состав, свойства и онтогенез. Пигменты хлоропластов: хлорофиллы и каротиноиды, их химические и оптические свойства. Пигменты клеточного сока, их роль.

Световая фаза фотосинтеза: организация и функционирование пигментных систем, светособирающий комплекс, реакционный центр, цитохромный комплекс, фотосистемы I и II, АТФ-азный комплекс. Поглощение квантов света и возбуждение хлорофилла, циклическое и нециклическое фотосинтетическое фосфорилирование, фотолиз воды (реакция Хилла). Продукты световой фазы. Темновая фаза фотосинтеза: метаболизм углерода у  $C_3$ -растений (цикл Кальвина) и  $C_4$ -растений (цикл Хэтча-Слэка). Малатный и аспартатный тип  $C_4$ . Фотосинтез по типу толстянковых (САМ-метаболизм).

Фотодыхание и его роль. Особенности и преимущества различных путей фиксации углекислого газа. Интенсивность фотосинтеза и методы её определения. Эндогенные механизмы регуляции фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от факторов внешней среды. Посевы и насаждения как фотосинтезирующие системы: параметры оценки фотосинтетической активности фитоценозов, индекс листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, КПД фотосинтеза и пути его повышения.

Радиационный режим и структура посева: параметры оптимального посева, пути оптимизации фотосинтетической деятельности посевов, фотосинтез и урожай. Светокультура сельскохозяйственных растений: источники облучения и их спектральные характеристики, влияние искусственного облучения на растения.

## 3. Дыхание растений

Сущность и значение дыхания, история его изучения. Типы окислительно-восстановительных реакций и ферментные системы дыхания. Митохондрии как специализированные органоиды дыхания. Субстраты дыхания и их энергетическая эффективность, дыхательный коэффициент. Дихотомический и апотомический пути окисления дыхательного субстрата. Химизм дыхания: гликолиз, цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса), окислительный пентозофосфатный цикл, глиоксилатный цикл. Значение и энергетическая эффективность различных путей окисления дыхательного субстрата. Электронно-транспортная цепь дыхания и окислительное

фосфорилирование. Химизм и энергетика брожения. Роль дыхания в биосинтетических процессах. Связь дыхания и фотосинтеза, использование энергии дыхания на рост и поддержание гомеостаза. Интенсивность дыхания, методы её учета. Зависимость дыхания от внутренних и внешних факторов. Дыхание больного растения. Роль дыхания в управлении продукционным процессом. Регулирование дыхания при хранении продукции растениеводства.

#### **4. Обмен и транспорт органических веществ в растениях**

Общие закономерности обмена веществ в растениях. Анаболические и катаболические процессы. Взаимосвязь обмена веществ и обмена энергии. Стадии распада органических веществ, связанных с выделением энергии. Биосинтез, распад олиго- и полисахаридов, липидов, аминокислот, белков, веществ вторичного происхождения. Взаимосвязь углеводного, белкового и липидного обменов. Факторы, влияющие на направленность обмена веществ в растениях. Транспорт органических веществ по флоэме, состав флоэмного сока, транспортные формы органических веществ. Донорно-акцепторные отношения в растении, аттрагирующие зоны. Способы управления транспортом веществ с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества продукции.

#### **5. Водный обмен растений**

Содержание, структура и свойства, состояние и роль воды в растениях. Термодинамические основы водообмена, водный потенциал растения и его компоненты. Растительная клетка как осмотическая система, осмотические явления в клетке – тургор, плазмолиз, циторриз, условия их возникновения и роль. Поглощение воды растением, особенности корневой системы как органа поглощения воды, поглотительная способность зон корня.

Корневое давление, его природа, размеры, зависимость от условий среды и проявление – плач и гуттация. Почва как среда водоснабжения растений, виды почвенной влаги и их доступность растениям. Передвижение воды по растению, радиальный транспорт воды в корне, передвижение по проводящей системе и живым клеткам листа. Концевые двигатели восходящего водного тока.

Транспирация, её виды, размеры и роль. Физиология устьичных движений, фотоактивное, гидроактивное и гидрорассивное движения устьиц. Зависимость транспирации от условий среды. Способы снижения уровня транспирации. Антитранспиранты. Показатели водообмена: интенсивность транспирации, транспирационный коэффициент, продуктивность транспирации, относительная транспирация. Водный баланс и водный дефицит растений. Влияние недостатка и избытка воды на растения. Водный режим в посевах сельскохозяйственных культур. Эвапотранспирация, коэффициент водопотребления. Пути повышения эффективности использования воды растениями. Физиологические основы орошения

сельскохозяйственных культур. Норма орошения, методы ее расчета. Сроки полива и их определение по физиологическим показателям. Использование параметров водообеспеченности растений при программировании урожая.

### 6. Минеральное питание растений

История развития учения о корневом питании растений. Элементы минерального питания, их содержание, состав и классификация. Необходимые растениям макро- и микроэлементы, их усвояемые соединения и физиологическая роль, функциональные нарушения при недостатке или избытке. Корневая система как орган поглощения питательных веществ. Механизмы поглощения питательных элементов клетками корня. Буферная роль корня.

Транспорт ионов в растении: внутриклеточный, ближний и дальний транспорт ионов. Поглощение ионов клетками листа. Отток ионов из листьев, перераспределение и реутилизация веществ в растении. Регулирование растением скорости поглощения ионов: поглощение ионов из разбавленных и высококонцентрированных растворов, взаимосвязь между потоками ионов и воды в корне, поглощение ионов и потребности в них растения, ритмичность в поглощении ионов корнями растений, взаимодействие ионов, антагонизм и синергизм.

Физиологическая реакция солей, физиологически уравновешенные растворы. Азотное питание растений: усвояемые формы азота и их источники, особенности ассимиляции аммонийного и нитратного азота, ассимиляция аммиачного азота, механизм восстановления нитратов. Причины накопления избыточного количества нитратов в растениях и пути их снижения в продукции растениеводства. Особенности азотного питания бобовых культур.

Обеспечение растений питательными веществами в полевых условиях. Почва как источник минеральных элементов для растений в полевых условиях: минеральные вещества в фитоценозах и их круговорот, почва как источник питательных элементов для растений, виды поглощательной способности почвы, взаимодействие между растениями, условия питания растений в смешанных посевах, влияние ризосферной микрофлоры на поглощение веществ, микотрофный способ питания растений.

Корневая система как орган синтеза и выделения веществ, корневые выделения. Методы диагностики дефицита питательных элементов. Физиологические основы применения удобрений. Некорневое питание растений. Особенности питания растений в беспочвенной культуре.

### 7. Рост и развитие растений

Понятие о росте и развитии растений. Онтогенез, его типы и периодизация. Клеточные основы роста и развития, фазы роста клеток. Локализация роста у высших растений, особенности роста органов растений. Методы измерения скорости роста. Влияние экологических факторов на

рост. Свет как фактор, регулирующий рост и развитие растений, фитохромная система растений. Влияние температуры, влажности почвы и воздуха, аэрации, минерального питания, химических средств защиты растений, ксенобиотиков, электрического и магнитного полей на рост растений. Зависимость роста от внутренних факторов, особенности роста гибридов и полиплоидов. Ростовые явления: периодичность и ритмичность роста, закон большого периода роста, ростовые корреляции, регенерация, полярность. Необратимые нарушения роста, карликовость и гигантизм. Ритмы физиологических процессов.

Движения растений: тропизмы и настии, их виды и значение. Фитогормоны, их классификация, химическая природа, локализация и направление транспорта. Особенности действия фитогормонов-активаторов и ингибиторов на рост клеток, тканей и органов, формирование семян и плодов, морфогенез растений. Взаимодействие фитогормонов. Использование фитогормонов и физиологически активных веществ в сельскохозяйственной практике.

Развитие растений. Теории развития растений. Основные возрастные типы растений и характерные для них морфологические признаки, физиологические и биохимические свойства. Яровизация и термопериодизм. Фотопериодизм. Физиология старения растений: типы старения, причины и механизмы старения, циклическое старение и омоложение растений и их органов в онтогенезе. Понятие о росте целостного растения: управление генеративным развитием и старением растений, особенности роста растений в фитоденосе, регуляция роста и онтогенеза. Физиология покоя семян: типы покоя семян – экзогенный и эндогенный покой, послеуборочное дозревание семян, способы прекращения и продления покоя. Процессы, протекающие при прорастании семян. Физиологические основы хранения продукции растениеводства.

### **8. Приспособление и устойчивость растений**

Понятие об устойчивости, адаптации и защитно-приспособительных реакциях растений на действие повреждающих факторов. Холодостойкость, морозостойкость, зимостойкость, засухостойкость и жаростойкость растений: причины гибели неприспособленных растений и пути повышения устойчивости. Влияние на растения недостатка и избытка влаги. Действие пестицидов и радиации на растение. Устойчивость сельскохозяйственных растений к действию биотических факторов.

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Литература

#### Основная

1. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учеб. пособие / Н. Н. Третьяков [и др.]; под ред. Н. Н. Третьякова. – Изд. 2-е – М.: Колос, 2005. – 655 с.
2. Лебедев, С. И. Физиология растений: учебник / С. И. Лебедев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 544 с.
3. Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений: учебник для студ. вузов / Б. П. Плешков. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 494 с.
4. Моисеев, В. П. Физиология и биохимия растений: практикум / В. П. Моисеев, Н. А. Дуктова, А. И. Мыхлык. – Горки: БГСХА, 2017. – 189 с.
5. Кошкин, Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур: учебник для студентов вузов / Е. И. Кошкин. – М.: Дрофа, 2010. – 638 с.

#### Дополнительная

1. Полевой, В. В. Физиология растений: учебник для биол. специальностей вузов / В. В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.
2. Практикум по физиологии растений: учеб. пособие / Н. Н. Третьяков [и др.]; под ред. Н. Н. Третьякова. – М.: КолосС, 2003. – 288 с.
3. Физиология растений: учебник для вузов / И. П. Ермаков [и др.]; под ред. И. П. Ермакова. – М.: КолосС, 2005. – 545 с.
4. Частная физиология полевых культур / Е. И. Кошкин [и др.]; под ред. Е. И. Кошкина. – М.: КолосС, 2005. – 344 с.
5. Кузнецов, В. В. Физиология растений: учебник для студентов агрономических специальностей вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М.: Высшая школа, 2005. – 736 с.
6. Якушкина, Н. И. Физиология растений: учебник для студентов биол. факультетов вузов / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 463 с.

### 4.2. Методы (технологии) обучения

В процессе освоения учебной дисциплины используется модульно-рейтинговая технология.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе.

#### **4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы**

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий при выполнении лабораторных занятий под контролем преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- работа с интернет-ресурсами;
- подготовка презентаций.

#### **4.4. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций**

Для оценки учебных достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- участие студента в предметной олимпиаде;
- проведение текущих контрольных опросов или компьютерного тестирования по отдельным темам;
- защита выполненных лабораторных работ или индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- сдача зачета и экзамена по учебной дисциплине.